

## Eksen Dönme Döneminin Tahmini İçin Gözlemsel Bir İlişki

Ömer L. Değirmenci, Zeynep Bozkurt

Ege Üniversitesi, Astronomi ve Uzay Bilimleri Bölümü, Fen Fakültesi, 35100, İzmir  
omerd@astronomy.sci.ege.edu.tr , bozkurt@astronomy.sci.ege.edu.tr,

**Özet:** Bu çalışmada, eksen dönmesi gösterdiği bilinen 127 örten çift sistemden, parametreleri iyi belirlenmiş olanlar kullanılarak, toplam kütle, dolanma dönemi ve eksen dönme dönemi arasında, eksen dönmesine relativistik katkının, klasik katkıya oranının belli bir aralığı için geçerli olan dört farklı ilişki elde edilmiştir. Elde edilen ilişkiler, yeterince minimum zamanı gözlemi bulunmayan sistemlerin eksen dönme dönemlerini tahmin etmede kullanılabilir. Aynı ilişkiler, eksen dönme dönemlerini duyarlı olarak hesaplamaya yetecek kadar minimum zamanı gözlemleri mevcut olan sistemlerin, toplam kütlelerini tahmin etmede de yararlı olabilir.

**Anahtar kelimeler:** yıldızlar: çift : örten – yıldızlar: eksen dönmesi – yıldızlar : temel parametreler

**Abstract:** In this study four different relations, which are valid for a specific interval of the ratio of relativistic contribution to the classical contribution to the apsidal motion, between total mass, orbital period and apsidal motion period were derived using the systems which have well determined parameters from among 127 eclipsing binaries showing apsidal motion. The derived relations can be used to determine the apsidal motion periods of the systems having times of minima insufficiently. The same relations can also be used to estimate the total masses of the systems having enough times of minima to calculate their apsidal periods accurately.

**Key words:** stars: binary: eclipsing – stars: apsidal motion – stars: absolute parameters

### 1. Giriş

Eksen dönmesi gösteren yıldızların bir listesi Hegeüs (1988, 1989) tarafından yayınlanmış fakat yıldızlara ilişkin parametreler verilmemiştir. Daha detaylı bir katalog Petrova ve Orlov (1999) tarafından verilmiştir. Bu katalogta 128 yıldız yer almasına rağmen, yazarların da değindiği gibi, bazı yıldızların eksen dönmesi gösterdiği kuşkuludur. Eksen dönmesi gösteren yıldızlara ilişkin en son katalog ise, Bozkurt (2000) tarafından sunulan Yüksek Lisans çalışmasında verilmiştir. Bu kataloga göre kesin olan üyelerin sayısı 103, aday olanların sayısı da 32'dir. Bugüne kadar geçen sürede, eksen dönmesi gösteren sistemlerin sayısı artarak 127'ye ulaşmıştır. Bunlardan başka, 31 yıldızın eksen dönmesi gösterdiğinden kuşulanılmaktadır. Yıldızların iç yapılarına ilişkin bilgi edinme ve genel relativite kuramını test etme olanaklarını sağladığından, eksen dönmesi gösteren çift sistemler astrofizik açıdan büyük öneme sahiptirler. Eksen dönmesine ilişkin en sağlıklı bilgiler, bir yıldızın uzun süreli minimum zamanı gözlemlerinden geldiğinden özellikle çok uzun eksen dönme dönemine sahip olan sistemler için bu tür bilgilerin elde edilmesinde büyük sınırlamalar vardır. Bu çalışmanın

amacı, özellikle uzun eksen dönme dönemli sistemlerin, eksen dönme dönemlerini tahmin etmede kullanılacak istatistiksel bir ilişki elde etmektir. Gözlemler arttıkça istatistik açıdan burada verilenlerden daha duyarlı ilişkilerin elde edilebileceği açıktır.

### 2. Materyal ve bulgular

Bu çalışmada, esas olarak Bozkurt (2000) tarafından derlenen eksen dönmesi gösteren yıldızlar katalogundaki veriler kullanılmıştır. Bozkurt (2000)'den sonra literatürde yayınlanan diğer verilerle birlikte eksen dönmesi gösteren toplam 127 sistem elde edilmiştir. Bu sistemlerden, verileri yeterli olan 85 tanesi seçilerek, parametreleri arasında kullanışlı ilişkiler bulunmaya çalışılmıştır. Bu çalışmada kullanılan 85 sistemin, tayf türlerine göre dağılımı Çizelge 2.1'de verilmiştir.

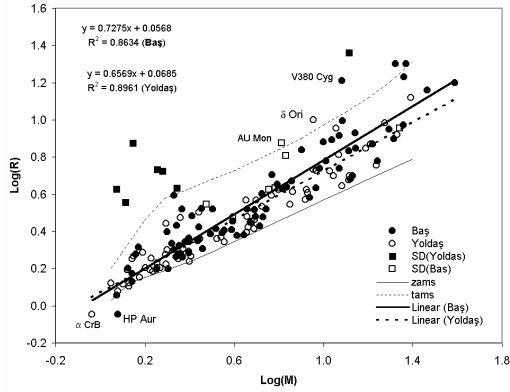
Çizelge 2.1 Program yıldızlarının tayf türlerine göre dağılımı

Tayf türü	Baş	Yoldaş
O	8	4
B	51	43
A	17	19
F	6	10
G	2	6
Bilinmeyen	1	3

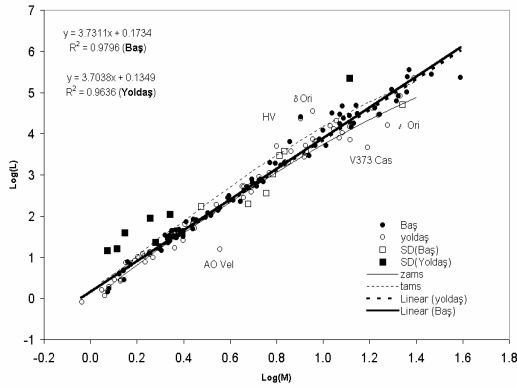
Bildiri tam metni için: Ömer L. DEĞİRMENCI  
e-mektup: omerd@astronomy.sci.ege.edu.tr

**Çizelge 2.2.** Program yıldızlarına ilişkin parametrelerin değişim aralıkları

Parametre	Değişim Aralığı
Yörünge Dönemi	1.257 (NO Pup) < $P$ (gün) < 29.1337 (t Ori)
Eksen Dönme Dönemi	0.6659 (AU Mon) < $U$ (yıl) < 160000 (EW Ori)
Yörünge Basıklığı	0.0032 (U Oph) < $e$ < 0.764 (t Ori)
Baş Bileşen Kütle	1.19 (EW Ori) < $M_1$ (güneş) < 38.9 (t Ori)
Yoldaş Bileşen Kütle	0.92 ( $\alpha$ CrB) < $M_2$ (güneş) < 24.6 (AO Cas)
Baş Bileşen Yarıçapı	0.9 (HP Aur) < $R_1$ (güneş) < 20 (V373 Cas)
Yoldaş Bileşen Yarıçapı	0.9 ( $\alpha$ CrB) < $R_2$ (güneş) < 23 (V453 Sco)

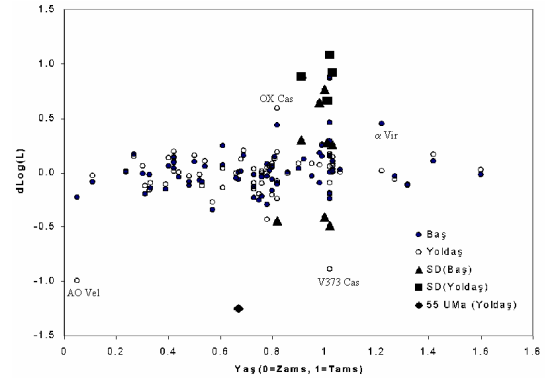


**Şekil 2.1.** Program yıldızları için Log ( $M$ )-Log ( $R$ ) ilişkisi. Baş ve yoldaş yıldızlar için elde edilen lineer fit sonuçları şeklin sol üstünde verilmiştir.



**Şekil 2.2.** Program yıldızları için Log ( $M$ )-Log ( $L$ ) ilişkisi. Baş ve yoldaş yıldızlar için elde edilen lineer fit sonuçları şeklin sol üstünde verilmiştir.

Bu yıldızların temel parametrelerinin dağılım aralıkları ise Çizelge 2.2’de verilmiştir. Ön G türünden daha geri tayf türlerine sahip bileşenleri olan hiç bir sistemin, eksen dönmesi gösterdiği henüz kesin olarak belirlenememiştir. Geri tayf türünden olup eksen dönmesi gösterdiğinden şüphelenilen AK Her, EM Cyg, T Aur, V471 Tau, RW Tri, UX UMa, RS CVn, W Cep yıldızları (Petrova & Orlov,

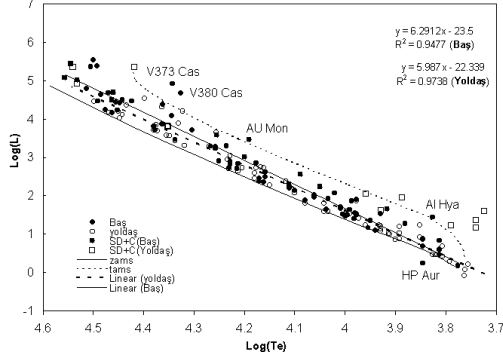


**Şekil 2.3.** Kütle ışıma ilişkisinden sapmaların yaş ile değişimi.

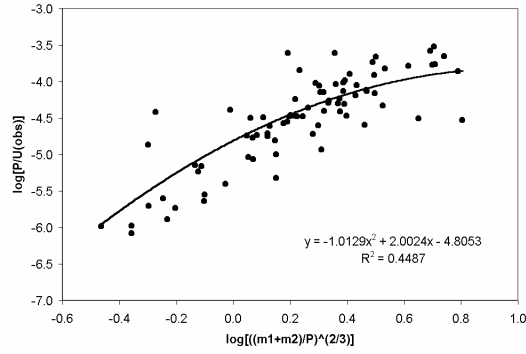
1999) bu konuda çalışan gözlemciler için iyi birer araştırma konusu olabilir.

Başka ilişkiler aramadan önce, program yıldızlarının salt parametreleri arasında, çok iyi bilinen bazı ilişkileri gözden geçirmek önemli olabilir. Şekil 2.1’de Log ( $M$ )-Log ( $R$ ), Şekil 2.2’de de Log ( $M$ )-Log ( $L$ ) diyagramları verilmiştir. Şekillerdeki ZAMS ve TAMS çizgileri, Claret & Gimenez (1989) tarafından verilen evrim modellerinden alınmıştır. Ayrıca, yıldızların ankol yaşları cinsinden yaşları da yine Claret & Gimenez (1989)’in tablolarından hesaplanarak, Şekil 2’deki ilişkiden sapmaların yaşla bir ilişkisi olup olmadığı araştırılmıştır. Elde edilen grafik Şekil 2.3’te verilmiştir. Şekle göre yarı-ayrık sistemler dikkate alınmadığında Şekil 2.2’de verilen Log ( $M$ )-Log ( $L$ ) ilişkisi yaş ile önemli bir değişim göstermemektedir. Şekil 2.3’ten görüleceği üzere, yarı-ayrık sistemlerin yoldaş bileşenleri, beklenildiği gibi ışıma fazlalığı ve baş bileşenleri de, genel olarak, bir ışıma eksikliği göstermektedirler. Log ( $M$ )-Log ( $L$ ) ilişkisinden en büyük sapma gösteren bazı ayrık sistemler  $\alpha$  Vir (baş), V373 Cas (yoldaş), V380 Cyg (baş), HV 982 (baş ve yoldaş), AO Vel (yoldaş),  $\delta$  Ori (yoldaş), t Ori (baş ve yoldaş) OX Cas (baş ve yoldaş), Y Cyg (baş ve yoldaş) ve EW Ori (baş ve yoldaş) iken, en büyük sapma gösteren yıldız, 55 UMa’nın yoldaş bileşeni olup, sistemin

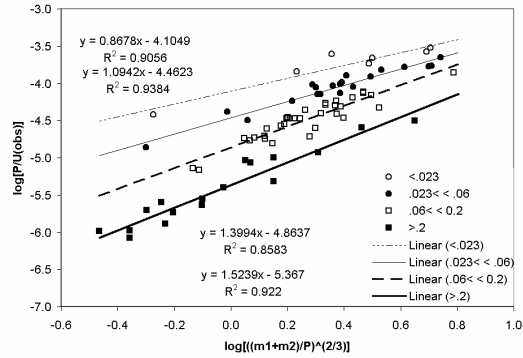
ayrık mı yoksa yarı-ayrık mı olduğu literatürde belirtilmemiştir



Şekil 2.4. Program yıldızları için  $\text{Log}(T_e)$ - $\text{Log}(L)$  diyagramı.



Şekil 2.5. Program yıldızları için  $(M_1 + M_2)/P - (P/U)_{obs}$  diyagramı.



Şekil 2.6. Değişik oranlarda relativistik eksen dönme hızlarına sahip yıldız grupları için  $(M_1 + M_2)/P - (P/U)_{obs}$  diyagramı.

Program yıldızlarına ilişkin H-R diyagramı ( $\text{Log}(T_e)$ - $\text{Log}(L)$  diyagramı) Şekil 2.4'te verilmiştir. Şekle göre V373 Cas, V380 Cyg, HP Aur ve Al Hya sistemlerinin konumları ilgi çekici görünmektedir. Bu sistemler ve doğal olarak, yarı-ayrık sistemler dikkate alınmadığında, baş ve yoldaş yıldızlar,  $\text{Log}(T_e)$ - $\text{Log}(L)$  diyagramında, genel olarak tatmin edici bir şekilde, lineer bir dağılım göstermektedirler. Sunulan şekillere göre elde edilen mevcut sistemlerin salt öğelerinin, genel olarak, iyi belirlenmiş olduğunu söyleyebiliriz.

Eksen dönmesinin açılma hızının relativistik kısmı için verilen bağıntı [bkz. Levi-Civita (1937) ve Kopal (1978)], III. Kepler yasasıyla birleştirilerek

$$\left(\frac{P}{U}\right)_{rel} = 1.50579 \times 10^{-6} \left(\frac{M_1 + M_2}{P}\right)^{2/3} (1 - e^2)^{-1} \quad (1)$$

biçiminde yazılabilir. Burada, yörünge dolanma dönemi  $P$ , gün biriminde ve  $M$  kütleleri de güneş kütle birimindedir. Böylece, eksen dönmesi gösteren yıldızlar için

$$\left(\frac{M_1 + M_2}{P}\right) - \left(\frac{P}{U}\right)_{obs} \quad (2)$$

şeklinde bir ilişki beklenmelidir. Program yıldızları, herhangi bir ayrıma tabi tutulmadan kullanılarak elde edilen böylesi bir diyagram Şekil 2.5'te verilmiştir. Şekilden görüleceği üzere, böyle bir diyagramda, basit bir bağıntı ile tüm yıldızları temsil etmek olanaklı değildir. İlk bakışta çok da kuvvetli olmayan bu ilişki, gizli çok daha güçlü ilişkiler içeriyor olabilir. Relativistik eksen dönme katkısının önemini araştırmak amacıyla aynı grafik, program yıldızlarını, eksen dönme hızına olan relativistik katkılarına göre gruplandırarak yeniden çizilmiş ve Şekil 2.6'da verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere, her bir grup kendisine özgü lineer bir ilişki sunmaktadır. Ayrıca, artan relativistik katkı ile birlikte, lineer ilişkilerin eğiminin de arttığına ve küçük  $(M_1 + M_2)/P$  değerlerinde gruplar arasındaki ayrımın daha belirgin olduğuna dikkat edilmelidir.

Eksen dönme dönemleri oldukça uzun olan ve yeterli minimum zamanı gözlemleri olmayan yıldızların eksen dönme dönemlerini belirlemede oldukça büyük güçlükler vardır ve sonuçlar genellikle çok kabadır. Şekil 2.6'da verilen lineer ilişkiler, kütleler toplamı (ya da tayf türleri) ile dolanma dönemleri bilinen böylesi sistemlerin eksen dönme dönemlerini daha hassas bir şekilde tahmin etme olanağı sağlamaktadır. Diyagramdan elde edilen dört farklı eksen dönme dönemi değeri ile sisteme ilişkin mevcut minimum zamanları kullanılarak, en olası eksen dönme dönemi elde edilebilir. Burada temel sorun, incelenen yıldızın, Şekil 2.6'da verilen ilişkilerden hangisine uyduğuna karar vermektir. Bu amaçla Gimenez (1985)'in izlediği yol takip edilebilir. Gimenez, eksen dönmesi açılma hızının relativistik kısmının ( $\dot{\omega}_{rel}$ ), klasik kısmına ( $\dot{\omega}_{cl}$ )

oranını  $\alpha$  ile tanımlamış ve bileşenleri benzer olan sistemler için bu oranın

$$\alpha = \frac{\dot{\omega}_{rel}}{\dot{\omega}_{cl}} = \frac{0.75}{m^{1.2} F(e)} P^{8/3} \quad (3)$$

bağıntısı ile verilebileceğini göstermiştir. Burada  $m$ , eş bileşenlerden birinin güneş kütlesi biriminde kütlesi ve  $P$  de, gün biriminde dolanma dönemidir. Yalnızca yörünge dışmerkezliğinin bir fonksiyonu olan  $F(e)$  ise

$$F(e) = (1 - e^2) [15f(e) + 2\gamma^2 g(e)] \quad (4)$$

bağıntısıyla verilir, burada  $\gamma^2$ , ekسنel dönme açısal hızının dolanma açısal hızına oranıdır. Kopal (1978), eksentrik yörüngeli sistemler için iyi bir yaklaşım olarak

$$\gamma^2 = \frac{1 + e}{(1 - e)^3} \quad (5)$$

bağıntısının geçerli olduğunu göstermiştir. (4) bağıntısındaki  $f(e)$  ve  $g(e)$  fonksiyonları

$$f(e) = (1 - e^2)^{-5} \left(1 + \frac{3}{2}e^2 + \frac{1}{8}e^4\right), \quad (6a)$$

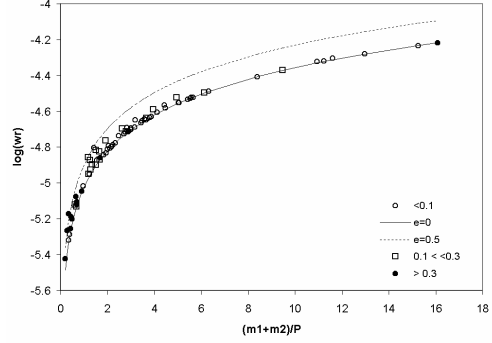
$$g(e) = (1 - e^2)^{-2} \quad (6b)$$

dir [bkz. Sterne (1939)]. Buna göre tayf türü ve dışmerkezliği (kabaca) bilinen sistemler için, (3) bağıntısından  $\dot{\omega}_{rel} / \dot{\omega}_{cl}$  oranı için bir alt limit tahmin edilebilir. Elde edilen bu oran kullanılarak sistemin Şekil 2.6'da verilen ilişkilerden hangisine uyduğuna karar verilerek eksen dönme dönemi hesaplanır.

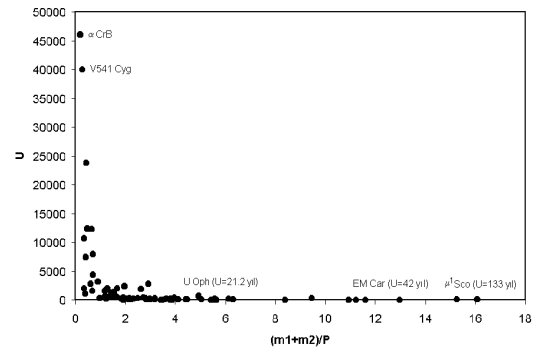
Bundan başka, Şekil 2.6'da verilen ilişkiler, eksen dönme dönemleri gözlemlerle duyarlı bir şekilde bulunmuş olan sistemlerin (özellikle eksen dönme dönemleri çok kısa olan sistemler için bu durum geçerlidir) toplam kütlelerini tahmin etmede de kullanılabilir.

Son olarak program yıldızlarını, dışmerkezliklerinin dağılımı açısından inceleyelim. (1) bağıntısına göre, sabit bir  $e$  değeri (yani aynı dış merkezlikli yıldızlar) için

$$\left(\frac{M_1 + M_2}{P}\right) - \dot{\omega}_{rel} \quad (7)$$



Şekil 2.7. Program yıldızları için  $(M_1+M_2)/P$  -  $\dot{\omega}_r$  ilişkisi.



Şekil 2.8. Program yıldızlarının eksen dönme dönemlerinin  $(M_1+M_2)/P$  ile değişimi.

şeklinde bir ilişki vardır. Program yıldızlarının sağladıkları bu ilişki Şekil 2.7'de verilmiştir. Şekilde mukayese amacıyla (1) bağıntısı ile elde edilen,  $e=0$  ve  $e=0.5$  kuramsal eğrileri de çizilmiştir. Şekilden anlaşılacağı üzere eksen dönmesi gösteren yıldızların sayı yoğunluğu, büyük  $(M_1+M_2)/P$  değerlerine doğru hızla azalırken, bu bölgedeki yıldızların yörünge dışmerkezlikleri de yalnızca sıfır civarında değerler almaktadır. Program yıldızlarına ilişkin eksen dönme dönemleri ile  $(M_1+M_2)/P$  değerleri arasında bir ilişki Şekil 2.8'de verilmiştir. Şekilden de anlaşılacağı üzere, büyük eksen dönme dönemli sistemler, daha küçük  $(M_1+M_2)/P$  değerlerine sahiptir ve genel olarak bunun tersi de doğrudur.

### 3. Bulgular

Elde edilen sonuçların test edilebilmesi için verilen bir örten çift sistemi için  $\alpha = \dot{\omega}_r / \dot{\omega}_{cl}$  oranının önceden bilinmesi ya da tahmin edilmesi gereklidir. Claret ve Gimenez (1989)'in evrim modellerinden yararlanılarak, ZAMS ve TAMS yıldızları için  $\alpha_Z$  ve  $\alpha_T$  oranları aşağıdaki biçimde elde edilmiştir:

$$\left. \begin{aligned} \alpha_z &= 0.280 \frac{P^{8/3}}{m_1^{0.791} F_Z(e, q)} \\ \alpha_T &= 0.0141 \frac{P^{8/3}}{m_1^{0.961} F_T(e, q)} \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

burada,  $P$  yörünge dolanma dönemi,  $m_1$  baş yıldızın kütlesi ve

$$F_Z(e, q) = \frac{1-e^2}{(1+q)^{7/3}} \left[ 1.5q(1+q^{1.125})f_2(e) + (1+q)(1+q^{2.125})\gamma^2 g_2(e) \right], \quad (9a)$$

$$F_T(e, q) = \frac{1-e^2}{(1+q)^{7/3}} \left[ 1.5q(1+q^{1.295})f_2(e) + (1+q)(1+q^{2.295})\gamma^2 g_2(e) \right] \quad (9b)$$

olup,  $e$  ve  $q$  sırasıyla, yörünge dışmerkezliği ve kütle oranıdır.

Program yıldızlarına ilişkin  $P$ ,  $e$ ,  $m_1$  ve  $q$  parametreleri kullanılarak  $\alpha_z$  ve  $\alpha_T$  oranları elde edilmiştir. Bulunan bu oranlar, Şekil 2.6'da kullanılarak, her bir sistem için eksen dönme döneminin ZAMS ve TAMS değerleri elde edilmiş ve gözlenen eksen dönme dönemleri ile karşılaştırması Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Program yıldızlarından 60 tanesi için tahmin edilen eksen dönme dönemleri [ $0.75 U_{TAMS}$ ,  $1.25 U_{ZAMS}$ ] aralığına düşerken, 25 program yıldızı için elde edilen  $U$  değerleri bu aralığın dışında kalmıştır. Bu nedenle AO Cas, AO Vel, AS Cam, AU Mon, DI Her, EW Ori, GG Ori, HP Aur, HS Her,  $\iota$  Ori, LZ Cep,  $\mu^1$  Sco, NO Pup, NY Cep, RR Lyn, RS Sgr,  $\sigma$  Aql, SS Lac, TV Cet, TX Uma, V373 Cas, V436 Per, V889 Aql,  $\psi$  Ori, YY Sgr sistemlerinin, salt parametreleri ile eksen dönme parametreleri açısından, yeniden ve daha duyarlı bir şekilde incelenmeleri yararlı olacaktır.

Henüz yeterince gözlemi ve ışık ya da tayfsal analizleri yapılmamış sistemlere ilişkin  $e$  ve  $q$  değerleri, mevcut sistemlerin parametreleri kullanılarak elde edilen aşağıdaki bağıntılardan, kabaca da olsa tahmin edilebilir:

$$e = -0.0399 \ln(m_1 / P^3) + 0.063 \quad (10)$$

$$qP^{2/3} = -8.02710^{-13} T_1^3 + 5.45910^{-8} T_1^2 - 0.00112 T_1 + 8.220. \quad (11)$$

Burada  $T_1$ , baş yıldızın sıcaklığı olup, sistemin tayf türünden tahmin edilmelidir.

**Çizelge 3.1.** Eksen dönme döneminin ZAMS, TAMS ve gözlenen değerlerinin karşılaştırması

Yıldız	P(Gün)	e	Yaş	U (yr)		U (yr) Gözlenen
				ZAMS	TAMS	
AU Mon	11,113	0,0145	1,03	10019	10019	0,6659
U Oph	1,677346	0,0032	0,42	38	21	21,22
GL Car	2,422	0,1457	0,33	34	21	25,2
V478 Cyg	2,881	0,019	0	59	25	26,3
RS Sgr	2,416	0,08	0,98	153	41	27
TX Uma	3,051	0,0216	1	995	73	34,4
DR Vul	2,251	0,098	0,31	31	19	36,56
NO Pup	1,257	0,126	0,3	21	21	37,17
OX Cas	2,489	0,04	0,82	103	33	37,28
V760 Sco	1,731	0,027	0,42	39	22	38,5
EM Car	3,414	0,012	0,73	62	27	42
CO Lac	1,542	0,0298	0,8	46	25	43,36
$\zeta$ Phe	1,67	0,0113	0,5	49	27	44,2
CW Cep	2,73	0,0293	0,54	75	28	45,58
Y Cyg	2,996	0,1458	0,57	61	25	47,7
AO Vel	1,595	0,076	0,05	39	22	0,958
U Sge	3,381	0,028	0,82	946	74	65
AO Cas	3,523	0,035	0	55	25	70
V453 Cyg	3,89	0,019	0,99	139	47	70,7
AG Per	2,029	0,071	0,24	89	28	75,6
GM Nor	1,885	0,045	0,78	187	43	90
HS Her	1,637	0,019	0	49	26	92
PV Cas	1,75	0,0322	0,73	119	31	94
HR 8384	2,99	0,26	0,73	660	57	94
GG Lup	1,85	0,15	0,11	113	31	101
$\epsilon$ Tau	2,957	0,019	0,86	220	56	114
IG Per	1,74356	0,074	0,53	125	32	122
HY 2274	5,726006	0,136	0,99	866	86	123
$\alpha$ Vir	4,015	0,14	1,22	557	59	124
$\mu^1$ Sco	1,446	0,057	0,9	10	10	133

**Çizelge 3.1.** (devam)

Yıldız	P(Gün)	e	Yaş	U (yr)		U (yr) Gözlenen
				ZAMS	TAMS	
HR 8800	3,338	0,241	1,02	166	49	143
$\psi$ Ori	2,526	0,052	0,79	93	31	149
V539 Ara	3,169	0,053	0,61	543	52	150
V526 Sgr	1,919	0,2194	0,68	196	44	156
$\alpha$ Per	4,419	0,048	0,98	723	71	165
KX Pup	2,1468	0,153	0,76	225	50	170
V451 Oph	2,197	0,0125	0,42	199	47	180
V523 Sgr	2,3238	0,1626	1,42	382	72	201,8
57 Cyg	2,855	0,139	1,32	170	47	203
HY 982	5,3356	0,155	1,02	1114	99	205
$\delta$ Ori	5,733	0,089	0,92	637	74	227
$\delta$ Lib	2,327	0,06	1,01	262	57	239
KT Cen	4,13	0,225	1,6	1040	85	260
LZ Cep	3,071	0,049	0,8	75	29	269
YY Sgr	2,6285	0,1587	0,4	201	50	290,4
ES Lac	4,459	0,192	0,52	2949	363	297
V346 Cen	6,322	0,288	1,02	1238	113	321
$\lambda$ Tau	3,953	0,05	0,91	1144	88	324
RU Men	3,595	0,395	0,66	1170	85	348
V477 Cyg	2,347	0,307	0,327	359	69	350
OX Car	4,478	0,278	0,67	705	70	361
HP Aur	1,423	0,041	0	77	37	387
V373 Cas	13,419	0,13	1,02	3095	1055	387
MZ Lac	3,1588	0,421	0,76	1316	86	444
55 Uma	2,554	0,329	0,67	968	66	450
FT Ori	3,15	0,0405	0,82	1309	86	481
V2283 Sgr	3,4714	0,488	0,61	1868	110	528
V1647 Sgr	3,283	0,4142	0,44	1645	100	531
$\beta$ Sco	6,828	0,286	0,78	857	94	735

**Çizelge 3.1.** (devam)

Yıldız	P(Gün)	e	Yaş	U (yr)		U (yr) Gözlenen
				ZAMS	TAMS	
SS Lac	14,416	0,136	1,03	23927	23927	1040
NY Cep	15,276	0,48	0,42	6722	6722	1300
V380 Cyg	12,426	0,2183	1,02	5037	1640	1395
IT Cas	3,897	0,085	0,78	3664	409	1560
EO Vel	5,33	0,208	1,03	2821	370	1600
V1765 Cyg	13,374	0,315	1,02	3189	1095	1930
AR Cas	6,0663	0,24	0,61	3011	402	1938
AS Cam	3,431	0,1695	0,82	1283	88	1970
RR Lyn	9,945	0,0784	0,95	18052	18052	2000
$\iota$ Ori	29,1337	0,764	0	9258	9258	2400
V364 Lac	7,35159	0,2873	1,03	7497	2264	2810
V453 Sco	12,006	0,088	1,02	2581	885	2819
VV Pyc	4,596	0,0956	0,69	3213	390	3200
EK Cep	4,428	0,109	0,39	4002	452	4320
$\sigma$ Aql	1,95	0,043	1,02	42	24	5000
BW Aqr	6,72	0,17	1,03	10130	2963	7400
GG Ori	6,631492	0,2148	0,48	6024	1837	7900
V1143 Cyg	7,641	0,54	0,75	13816	3982	10700
V436 Per	25,94	0,388	0,76	25399	25399	12300
AI Hya	8,29	0,23	1,06	10743	10743	12400
V889 Aql	11,121	0,38	0,8	15968	15968	23800
TV Cet	9,103	0,017	0	20249	20249	30000
DI Her	10,55	0,489	0,48	7309	7309	34700
V541 Cyg	15,338	0,479	0,27	34134	34134	40000
$\alpha$ CrB	17,36	0,37	1,02	56302	56302	46000
EW Ori	6,93685	0,079	1,27	13336	3824	160000

#### 4. Sonuçlar

Bu çalışmada, eksen dönmesi gösteren fakat yeterince gözlenmemiş olan sistemlerin eksen dönme dönemlerini kabaca da olsa tahmin edebilmek için bir yöntem elde edilmiştir. Yöntem,  $q$  kütle oranı ile  $e$  dışmerkezlilik değerinin bilinmesine bağlıdır. Bizim ele aldığımız durumda, bu iki parametrenin de bilinmediği varsayıldığından,  $e$  ve  $q$  değerlerinin tahmin edilmesi için  $e=f(m_1, P)$  ve  $q=g(m_1, P)$  şeklinde deneysel bağıntılar elde edilmiştir. Ayrıca, program yıldızlarının eksen dönme dönem-leri için ZAMS ve TAMS değerleri tahmin edilerek gözlenen dönemlerle karşılaştırılmıştır. 25 yıldızın gözlenen eksen dönme dönemlerinin, ZAMS ve TAMS modelleri ile elde edilen değerlerle uyumlu olmadıkları görülmüştür. Bu yıldızların salt parametrelerinin daha duyarlı bir şekilde elde edilmesinde ve dönem analizlerinin de yine daha dikkatli olarak yapılmasında yarar görülmektedir.

#### 5. Kaynaklar

- Bozkurt, Z., 2000, Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniv. Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir
- Gimenez, A., 1985, ApJ, 297, 405
- Claret, A., Gimenez, A.: 1989, Astron. Astrophys. Suppl. Ser. 81, 1
- Değirmenci, Ö. L., Bozkurt, Z., Yakut, K. ve ark., 2003, IBVS No.5386
- ESA, 1997. The Hipparcos and Tycho Catalogues, SP-1200
- Hegedüs, T., 1988, BICDS, 35, 15
- Hegedüs, T., 1989, BICDS, 36, 23
- Kopal, Z., 1978, Dynamics of Close Binary Systems (Dordrecht: Reidel)
- Petrova, A.V., Orlov, V. V.: 1999, AJ, 117, 587
- Sterne, T., 1939, MNRAS.99, 451
- Levi-Civita, T. 1937, Amer. J. Math, 59, 225